



**Device for measuring compressive forces****Patent number:** DE3631923 (A1)**Publication date:** 1988-03-31**Inventor(s):** ERNST HANNO [DE]**Applicant(s):** ERNST HANNO [DE]**Classification:**

- **international:** A61B5/103; A63B5/12; A63B49/08; G01L1/02; A63B59/00;  
A61B5/103; A63B5/00; A63B49/02; G01L1/02; A63B59/00;  
(IPC1-7): G01L9/00; A61B5/10; A61B5/22

- **europen:** A61B5/103P; A63B5/12; A63B49/08; G01L1/02

**Application number:** DE19863631923 19860919**Priority number(s):** DE19863631923 19860919**Cited documents:**

DE2529475 (B2)

DE1948191 (B)

DE3011266 (A1)

US3974491 (A)

US3791375 (A)

[more >>](#)**Abstract of DE 3631923 (A1)**

The problem at hand is that of registering compressive forces. A device for measuring these forces is presented, in which device the instrument transformer comprises a hollow body, filled at least partially with a fluid medium, and the fluid medium is in pressuretight connection with at least one pressure transmitter. The pressure transmitter generates an electric output signal which is proportional to the pressure of the medium and which can subsequently be measured and evaluated.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



D E U T S C H E S  
P A T E N T A M T

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 3631923 A1

⑯ Int. Cl. 4:  
G 01 L 9/00  
A 61 B 5/10  
A 61 B 5/22

⑯ Aktenzeichen: P. 36 31 923.6  
⑯ Anmeldetag: 19. 9. 86  
⑯ Offenlegungstag: 31. 3. 88

Berechtigten

⑯ Anmelder:  
Ernst, Hanno, 6000 Frankfurt, DE

⑯ Vertreter:  
Popp, E., Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.rer.pol.;  
Sajda, W., Dipl.-Phys.; Reinländer, C., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Bohnenberger, J., Dipl.-Ing.Dr.phil.nat.,  
8000 München; Bolte, E., Dipl.-Ing.; Möller, F.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 2800 Bremen

⑯ Erfinder:  
gleich Anmelder

⑯ Vorrichtung zum Messen von Druckkräften

Problemgegenstand ist die Beschreibung von Druckkräften. Es wird eine Vorrichtung zum Messen dieser Kräfte aufgezeigt, bei welcher der Meßwandler einen mindestens teilweise mit einem fluiden Medium gefüllten Hohlkörper umfaßt und das fluide Medium mit mindestens einem Druckgeber in druckfester Verbindung steht. Der Druckgeber erzeugt ein dem Druck des Mediums proportionales elektrisches Ausgangssignal, das nachfolgend gemessen und ausgewertet werden kann.

DE 3631923 A1

DE 3631923 A1

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Messen von Druckkräften mit mindestens einem Meßwandler, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwandler einen mindestens teilweise mit einem fluiden Medium (2) gefüllten Hohlkörper (5, 7) umfaßt, und daß das fluide Medium (2) mit mindestens einem Druckgeber (3) in druckfester Verbindung steht, der ein dem Druck des fluiden Mediums proportionales elektrisches Ausgangssignal (S) erzeugt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper mindestens einen einseitig geschlossenen (Kunststoff-) Schlauch (5) umfaßt, der in einem plattenförmigen Körper (Einlegesohle 1, Meßplatte 10) vorzugsweise mäanderförmig verlegt und gegebenenfalls eingegossen ist und dessen anderes Ende mit dem Druckgeber (3) verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das fluide Medium (2) in einem einseitig geschlossenen, die Fläche im wesentlichen gitterförmig abdeckenden Kanal (7) enthalten ist, der den Hohlkörper bildet und der direkt in das Material eines plattenförmigen Körpers (Einlegesohle 1', 1'', 1''') eingearbeitet ist und dessen anderes Ende mit dem Druckgeber (3) verbunden ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der plattenförmige Körper (1) mehrere Schichten (1', 1'', 1''') aufweist und der Kanal (7) in höchstens einer Schicht (1'') ausgebildet ist, mit der eine im wesentlichen plane Schicht (1'') fest, den Kanal abdeckend verbunden ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwandler weiterhin eine Elektronikeinheit (20) umfaßt, in der das Ausgangssignal (S) verstärkt und mit mindestens einem Schwellensignal ( $S_1, S_2$ ) verglichen wird und vorzugsweise Mittel (21-26) aufweist, um bei Überschreiten der Schwelle akustische Kennsignale abzugeben.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckgeber (3) Befestigungsmittel (13) aufweist, um ihn mit Abstand zum plattenförmigen Körper, der als Einlegesohle (1) ausgebildet ist, an einem Bein zu befestigen und daß zwischen Einlegesohle (1) und Druckgeber (3) ein Koppelungsschlauch (14) vorgesehen ist, zum druckdichten Verbinden des Druckgebers (3) mit dem fluiden Medium (2) in der Einlegesohle (1).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen von Druckkräften nach dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

In der Sport- und Rehabilitationsmedizin müssen bei Verletzungen oder nach Operationen oftmals die Kräfte gemessen werden, die auf die Operationsstelle (z.B. ein Kniegelenk, ein künstliches Hüftgelenk oder dgl.) beim Gehen, Laufen oder Stehen wirken. Auch bei gesunden Menschen werden derartige Messungen vorgenommen, um z.B. abnormale Geh-Verhaltensweisen feststellen zu können, wie sie z.B. dann auftreten, wenn der Proband unterschiedlich lange Beine hat (was in späteren Jahren zu Hüftgelenkschäden führt).

Weiterhin ist es in der Sportmedizin sehr oft notwen-

dig, beim Turnen oder anderen sportlichen Betätigungen auftretende Kräfte zu messen.

Es wurden schon sehr komplizierte Meßsysteme vorgeschlagen, mit denen es möglich sein soll, die Druckverteilung unter dem Fuß des Probanden (2-dimensional) darzustellen. Diese Systeme sind jedoch derartig aufwendig und empfindlich, daß sie nur unter ganz bestimmten Bedingungen (aus technischen und kommerziellen Gründen) anwendbar sind (siehe DE-AS 10 25 29 475, DE-OS 30 11 266, DE-PS 30 25 266).

Ausgehend vom oben genannten Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Messen von Druckkräften derart auszubilden, daß sie einfach anzuwenden und kostengünstig herzustellen ist.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die so entstehende Vorrichtung ist sehr einfach herzustellen und den jeweiligen Anforderungen anzupassen. Dennoch erfaßt sie präzis die auftretenden Druckkräfte.

Der Hohlkörper kann als Einlegesohle ausgebildet sein, die in jeden normalen Schuh einlegbar ist, also auch in denjenigen Schuh, den der Proband normalerweise trägt, so daß aussagekräftige Meßwerte auch in bezug auf das "normale" Gehverhalten des Probanen gewonnen werden können.

Wenn man den Hohlkörper aus einem einseitig geschlossenen Kunststoffschlauch ausbildet, so kann man diesen entweder in einem plattenförmigen Körper verlegen (z.B. mäanderförmig oder in Spiralen) oder auch eingleißen. Man kann den so ausgebildeten Hohlkörper aber auch z.B. um den Griff eines Tennisschlägers winden, um die dort auftretenden Kräfte zu messen.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das fluide Medium in einem einseitig geschlossenen, die Fläche im wesentlichen gitterförmig abdeckenden Kanal enthalten, der den Hohlkörper bildet und der direkt in das Material des plattenförmigen Körpers eingearbeitet ist. Das Ende des Kanals ist mit dem Druckgeber verbunden. Wenn man diese Anordnung als Einlegesohle ausbildet, so ist es von Vorteil, wenn diese aus einem im wesentlichen inkompressiblen aber elastischen Material hergestellt ist. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß die Einlegesohle das Gehverhalten praktisch überhaupt nicht stört, das Meßsignal bzw. der Druck im fluiden Medium aber unverfälscht bleibt. Als Material für die Einlegesohle eignet sich besonders gut Natur- oder Kunstkautschuk.

Vorteilhaftweise umfaßt der Meßwandler der Vorrichtung eine Elektronikeinheit, in der das Ausgangssignal verstärkt und mit mindestens einem Schwellensignal verglichen wird. Bei Überschreiten des Schwellensignales bzw. der Schwellensignale werden Kennsignale, vorzugsweise akustische Signale, abgegeben. Mit dieser Ausgestaltung der Vorrichtung ist es z.B. möglich, einen frisch operierten Probanden zu warnen, wenn er z.B. sein Bein zu sehr belastet.

Vorzugsweise weist der Druckgeber Befestigungsmittel auf, um ihn mit Abstand zur Einlegesohle am Bein zu befestigen. Zwischen der Einlegesohle und dem Druckgeber ist hierbei ein Koppelungsschlauch vorgesehen, der zum dichten Verbinden des Druckgebers mit dem fluiden Medium in der Einlegesohle dient. Mit dieser Anordnung ist gewährleistet, daß der Druckgeber nicht beim Gehen hindert und dennoch eine exakte Messung der Druckkräfte möglich ist.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfin-

ORIGINAL INSPECTED

dung ergeben sich aus den Unteransprüchen und den nachfolgenden Ausführungsbeispielen, die im folgenden anhand von Abbildungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine erste bevorzugte Ausführungsform des plattenförmigen Körpers in perspektivischer Ansicht,

Fig. 2 die Bodenplatte des Körpers nach Fig. 1 in Draufsicht,

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III-III in Fig. 2,

Fig. 4 die Deckelplatte des Körpers nach Fig. 1 in 10 Draufsicht,

Fig. 5 eine Seitenansicht entlang der Linie V-V aus Fig. 4,

Fig. 6 die schematisierte Draufsicht eines Tennis-schläger- Gerippes mit einer Vorrichtung zum Messen 15 von Druckkräften,

Fig. 7 ein Turn-Pferd mit eingebrachter Vorrichtung zum Messen von Druckkräften,

Fig. 8 eine erste bevorzugte Ausführungsform einer Einlegesohle mit eingelegten Meßvorrichtungen in 20 schematischer Draufsicht,

Fig. 9 eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Einlegesohle mit mäanderförmig eingelegtem Schlauch,

Fig. 10 einen Schnitt entlang der Linie X-X aus Fig. 9,

Fig. 11 einen Schnitt entlang der Linie XI-XI aus 25 Fig. 12,

Fig. 12 eine Draufsicht ähnlich Fig. 1, jedoch auf eine weitere bevorzugte Ausführungsform einer Einlegesohle, und

Fig. 13 ein schematisiertes Blockschaltbild eines 30 Meßwandlers mit nachgeschalteter Elektronik.

Wie in den Fig. 1 bis 5 gezeigt, besteht bei einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Vorrichtung zum Messen von Druckkräften aus einer Meßplatte 10, die aus einer Bodenplatte 11 und einer Deckelplatte 4 besteht. Die Bodenplatte 11 weist eine Ausnehmung 12 auf, die über Einkerbungen zur Außenseite hin verbunden ist. Die Ausnehmung 12 ist hierbei so tief ausgebildet, daß ein Kunststoffschlauch 5 vorzugsweise in mehreren Windungen hineingelegt werden kann und über dem Kunststoffschlauch 5 ein gewisser Freiraum verbleibt. Wird die Deckelplatte 4 auf die Bodenplatte 11 aufgesetzt, so inseriert ein Stempelteil 6 in die Ausnehmung 12 und zwar mit nur geringem Spiel, so daß das Deckelteil 4 in Oberflächenrichtung relativ zum Bodenteil 11 fixiert ist.

Die Bodenplatte 11 und das Deckelteil 4 weisen jeweils korrespondierend angebrachte Bohrungen 8 auf, über welche die beiden Teile in Normalrichtung zueinander fixierbar sind. Die Fixierung erfolgt hierbei derart, daß die Deckelplatte 4 nicht mehr von der Bodenplatte 11 abgehoben werden kann, bei Einwirkung von Druck in Normalrichtung jedoch das Stempelteil 6 auf den eingelegten Schlauch 5 drückt.

Im Schlauch 5 ist ein fluides Medium 2, vorzugsweise 55 Silikonöl, luftfrei eingebracht. Der Schlauch 5 ist am einen Ende dicht abgeschlossen, am anderen Ende steht er mit einem Druckgeber 3 in Verbindung. Der Druckgeber 3 wandelt den Druck im fluiden Medium 2 in ein proportionales elektrisches Signal um, das über einen Stecker einer später beschriebenen Elektronikeinheit 60 zugeführt werden kann.

Die in den Fig. 1 bis 5 beschriebene Vorrichtung kann an beliebigen Orten eingebaut werden.

In Fig. 6 ist gezeigt, daß der mit fluidem Medium 65 gefüllte Schlauch 5 auch um den Griff 15 eines Tennis-schlägers gewickelt werden kann, um die am Griff auftretenden Kräfte darstellbar bzw. meßbar zu machen.

In Fig. 7 ist gezeigt, daß man einen plattenförmigen Körper 1 mit mäanderförmig eingebrachtem Schlauch 5 auch in der Grifffläche eines Turnpferdes 16 unterbringen kann, um die beim Turnen auftretenden Kräfte bzw. die daraus resultierenden Belastungen des Turners meßbar zu machen.

In Fig. 8 ist ein plattenförmiger Körper 1 gezeigt, der als Einlegesohle ausgebildet ist. Im plattenförmigen Körper 1 sind mehrere Meßpunkte 9<sub>1</sub> bis 9<sub>4</sub> angeordnet, die jeweils aus spiralförmig aufgewundenen Schläuchen 5 gebildet sind, welche an ihren spiralinneren Enden fest verschlossen und aus der Einlegesohle 1 herausgeführt sind, um dann in den Druckgebern 3 zu enden. Mit der in Fig. 8 gezeigten Anordnung ist eine Druckverteilungsmessung hinsichtlich der Meßpunkte 1 bis 4 möglich.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen von Einlegesohlen sind in den Fig. 9 bis 12 gezeigt.

Wie aus Fig. 9 hervorgeht, ist die Einlegesohle entsprechend der üblichen Fuß-/Schuhform ausgebildet und bringt in ihrem Inneren einen im wesentlichen mäanderförmig verlegten Schlauch 5. An seinem einen Ende ist der Schlauch 5 geschlossen, während sein anderes, aus der Einlegesohle 1 herausragendes Ende an einen Drucksensor 3 angeschlossen ist. Der Drucksensor 3 liefert ein elektrisches Ausgangssignal S, das dem Druck des fluiden Mediums 2 im wesentlichen proportional ist, das sich im Schlauch 5 befindet (siehe Fig. 10). Selbstverständlich kann der Schlauch auch in anderen Konfigurationen verlegt sein, wobei insbesondere der Fersenbereich, sowie der Zehenballenbereich Schlauchabschnitte aufweisen muß, da in diesen Bereichen die wirkenden Kräfte am größten sind.

Bei der in den Fig. 11 und 12 gezeigten bevorzugten Ausführungsform der erfundungsgemäßen Vorrichtung befindet sich das fluide Medium 2 in Kanälen, die in der Einlegesohle 1 selbst ausgebildet sind. Bei der in den Fig. 11 und 12 gezeigten bevorzugten Ausführungsform ist hierbei die Einlegesohle aus zwei planen Schichten 1' und 1" sowie einer dazwischenliegenden teilweise durchbrochenen Schicht 1" gebildet. Die Schichten sind fest aufeinander auflaminert (vulkanisiert). Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der Erfindung läßt sich jedes beliebige Muster für den das fluide Medium 2 enthaltenden Kanal herstellen.

Das vom Meßwandler 3 erzeugte Signal wird — wie in Fig. 13 gezeigt — zunächst in einem Vorverstärker 21 verstärkt und dann auf zwei im wesentlichen gleiche Signalpfade aufgeteilt. Jeder Signalpfad umfaßt hierbei einen einstellbaren Widerstand p', p'', dessen Mittelabgriff auf jeweils einen Schwellenschalter 22', 22'' geführt ist. Der jeweils andere Eingang der Schwellenschalter 22', 22'' ist an eine Referenzspannungsquelle 23 gekoppelt. Die Ausgänge der Schwellenschalter 22' und 22'' sind derart auf einstellbare Tongeneratoren 24' und 24'' geführt, daß diese ein Tonsignal mit der eingestellten Frequenz dann abgeben, wenn aus dem Schwellenschalter 22'/22'' ein Ausgangssignal abgegeben wird. Die Ausgänge der Tongeneratoren 24' und 24'' werden am Eingang eines nachgeschalteten Leistungsverstärkers 26 summiert, dessen Ausgang einen Lautsprecher 25 speist.

Wenn das Ausgangssignal S des Meßwandlers 3 ansteigt, so überschreitet zunächst der am Potentiometer P abgegriffene Wert die durch die Referenzspannungsquelle 23 vorgegebene Schwelle, so daß der Tongenerator 24' angesteuert wird. Dieser gibt dann ein Ausgangssignal von z.B. 400 Herz aus. Steigt die Spannung weiter, so überschreitet auch die am Potentiometer P' (weiter)

heruntergeteilte Spannung den Spannungswert der Referenzspannungsquelle 23, so daß der Tongenerator 24" angesteuert wird und daraufhin ein Signal von z.B. 3333 Herz abgibt. Die Einstellung der Potentiometer kann z.B. prozentual vom maximal möglichen Druckwert erfolgen, so daß die Potentiometer z.B. Schwellen von 15 bis 25% und 33% darstellen. Selbstverständlich sind auch andere Schwellenschalter, die dem Fachmann ge- häufig sind, hier verwendbar.

s

10

## Bezugszeichenliste:

1 Plattenförmiger Körper	
2 Fluides Medium	
3 Druckgeber	15
4 Deckelplatte	
5 Schlauch	
6 Stempelteil	
7 Kanal	
8 Bohrung	20
9 <sub>1</sub> —9 <sub>4</sub> Meßfläche	
10 Meßplatte	
11 Bodenplatte	
12 Ausnehmung	
13 Befestigungsmittel	25
14 Koppelungsschlauch	
15 Griff	
16 Turnpferd	
20 Elektronikeinheit	
21 Vorverstärker	30
22 Schwellenschalter	
23 Referenzspannungsquelle	
24 Tongenerator	
25 Lautsprecher	
26 Leistungsverstärker	35

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Nummer: 36 31 923  
 Int. Cl. 4: G 01 L 9/00  
 Anmeldetag: 19. September 1986  
 Offenlegungstag: 31. März 1988

3631923

Fig. 1

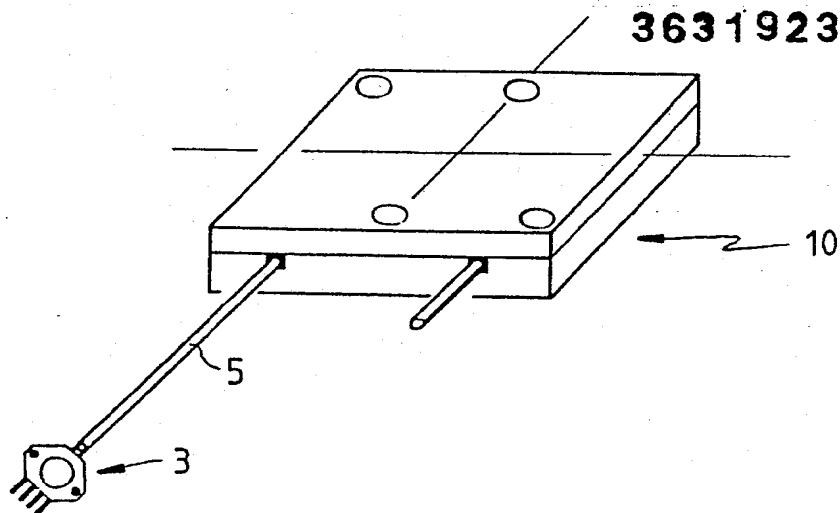


Fig. 2

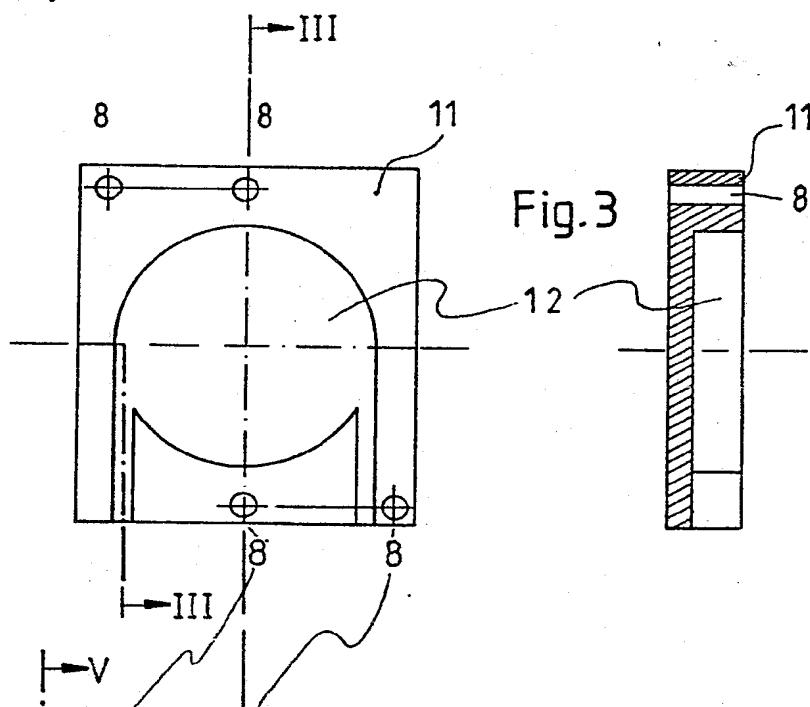


Fig. 3

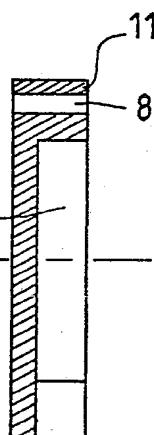


Fig. 4

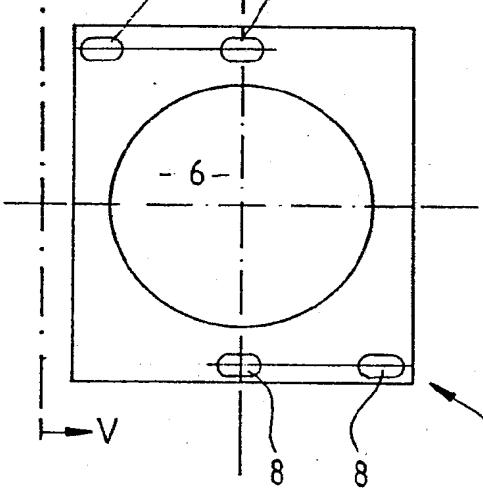
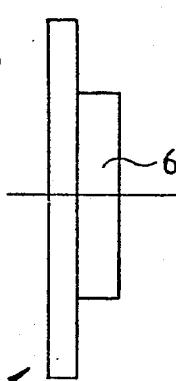


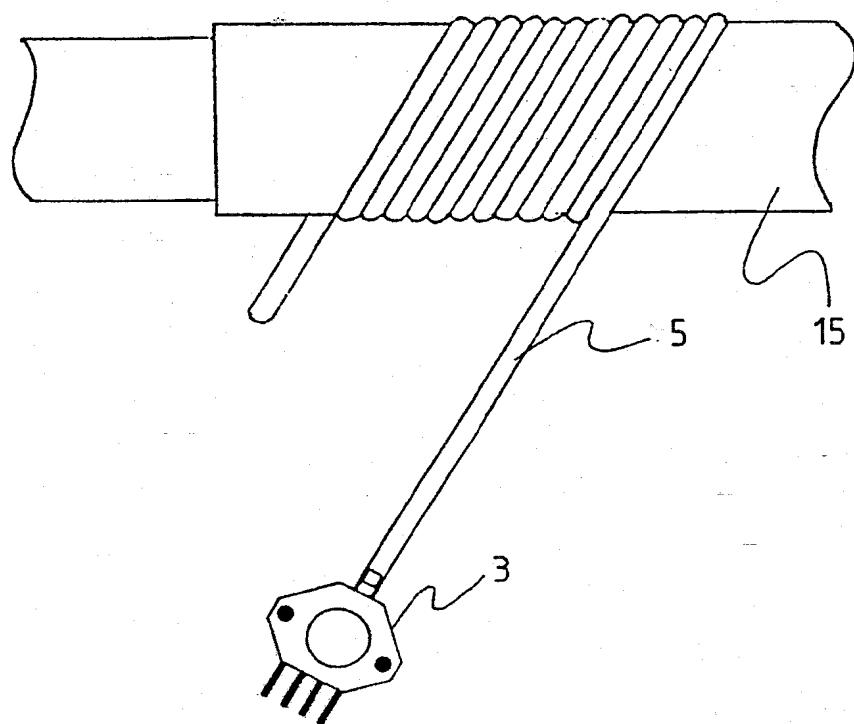
Fig. 5



14

3631923

Fig.6



3631923

Fig. 7

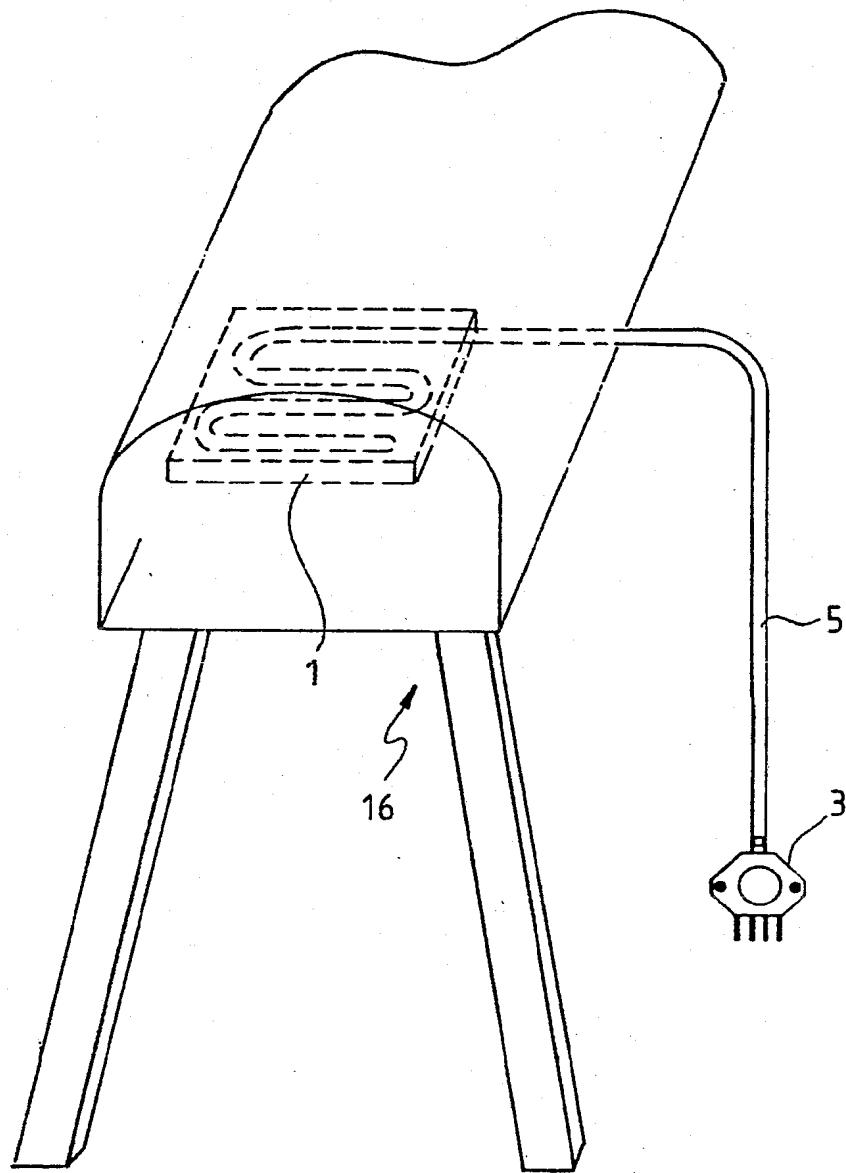
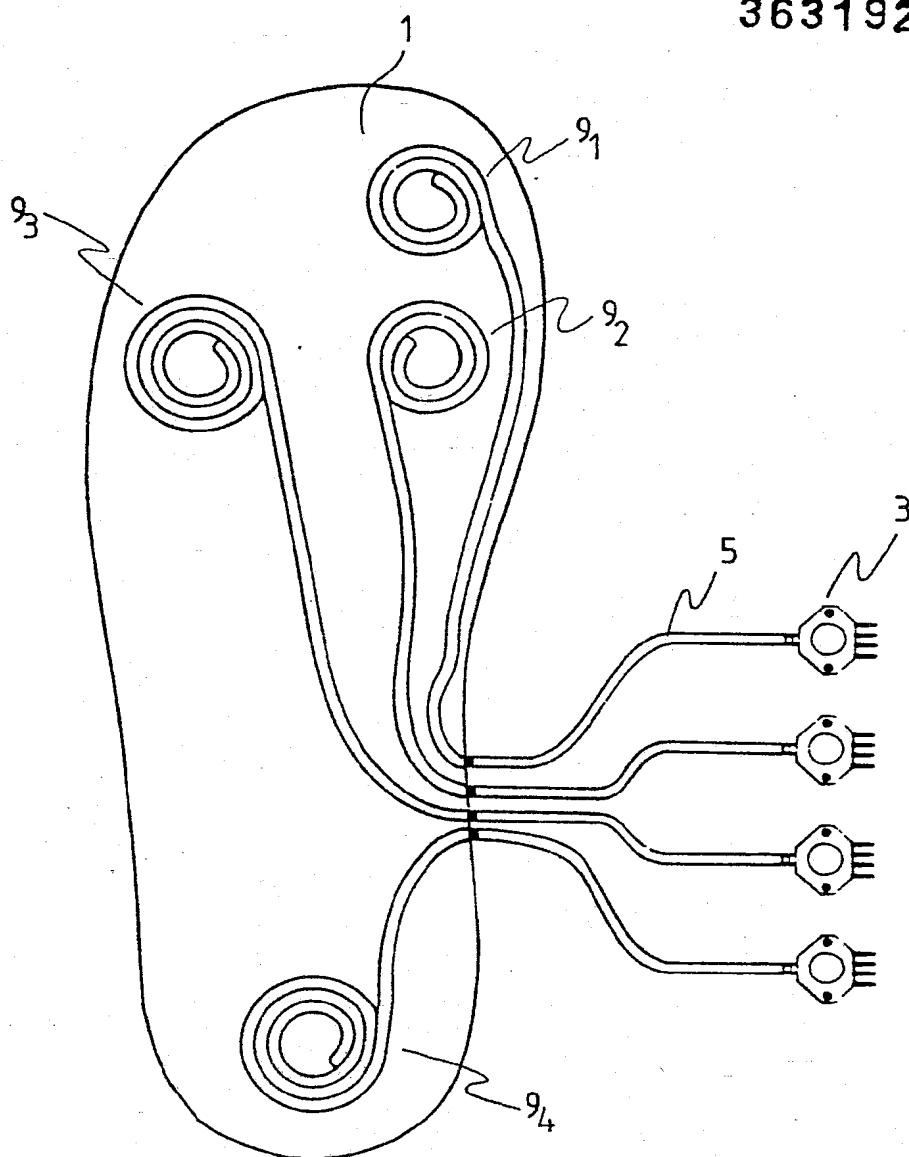


Fig. 8

3631923



3631923

Fig.9

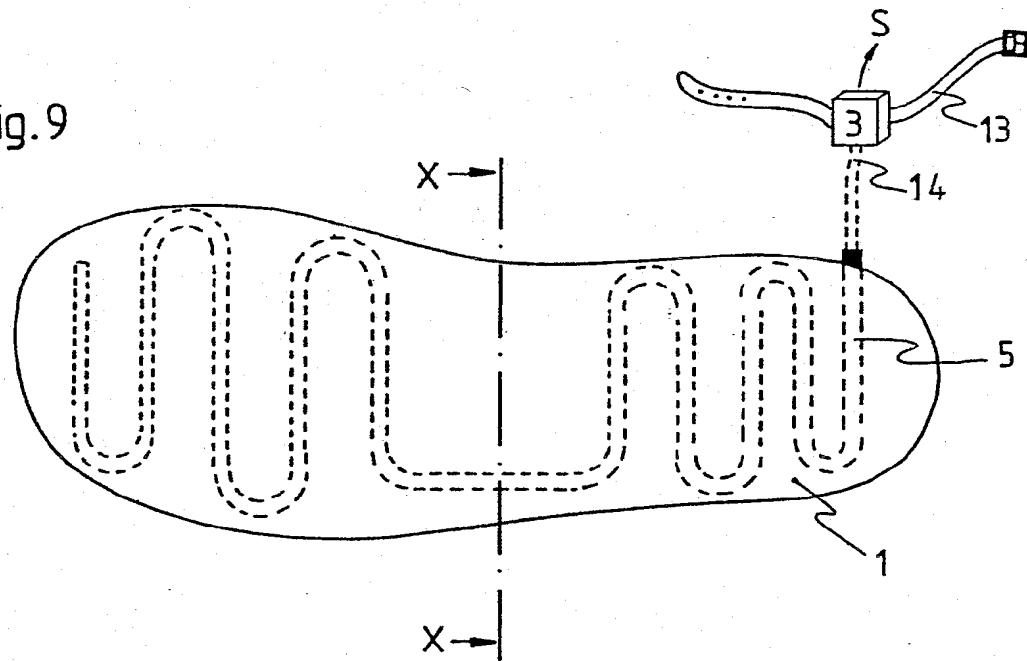


Fig.10

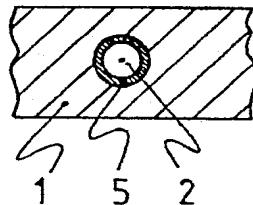
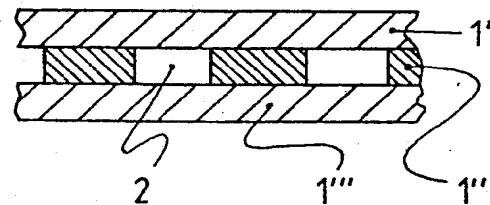


Fig.11



3631923

Fig.12

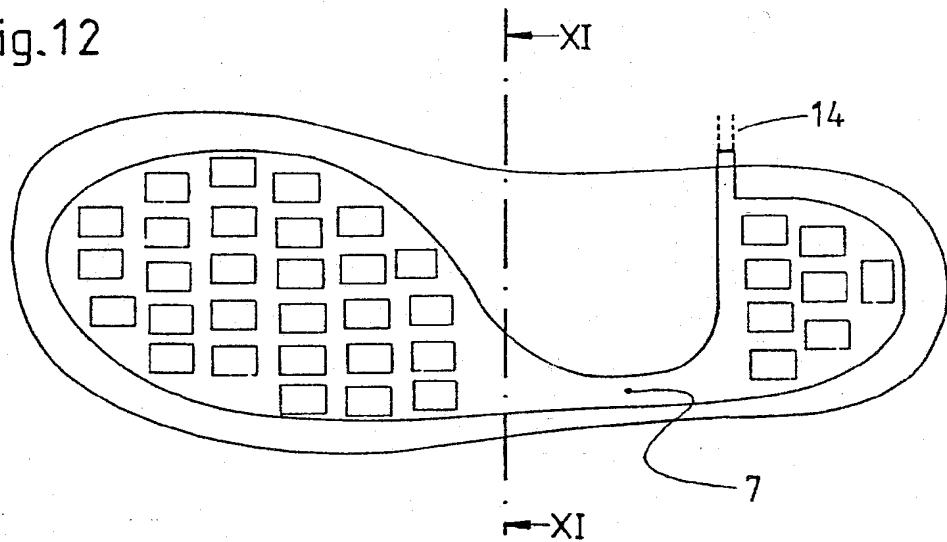


Fig.13

